

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

## Method of setting fuel-injection electromagnetic or solenoid valve

Patent Number: DE4431128

Publication date: 1996-03-07

Inventor(s): SCHOEFFEL EBERHARD DIPL PHYS D (DE); SEIDEL JOSEF (DE)

Applicant(s):: BOSCH GMBH ROBERT (DE)

Requested Patent:  DE4431128

Application Number: DE19944431128 19940901

Priority Number(s): DE19944431128 19940901

IPC Classification: F02M51/06 ; F02M61/16 ; F16K31/06 ; G05D7/06 ; H01F7/13 ; F15B13/02 ; F15B13/044

EC Classification: F02M51/06B2E2A1, F02M61/16H

Equivalents:

### Abstract

There is a valve housing (1), a core (7) stretching along the valve axis and surrounding at least partially a magnetic coil (3), an armature (8) fitted in the housing, and a valve closing part actuated by the armature against the force of a returning spring and working with a fixed valve seat. First of all, pulses are sent to the magnetic coil, building a magnetic field and measuring the flow and comparing this with a required value. Then, there is a deformation of the housing to change the air gap (62) between the core and the armature, at least partially, so that the flow agrees with the required value.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 44 31 128 A 1

⑯ Int. Cl. 5:  
**F02 M 51/06**  
F 02 M 61/16  
F 16 K 31/08  
G 05 D 7/06  
H 01 F 7/13  
F 15 B 13/02  
F 15 B 13/044

⑯ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

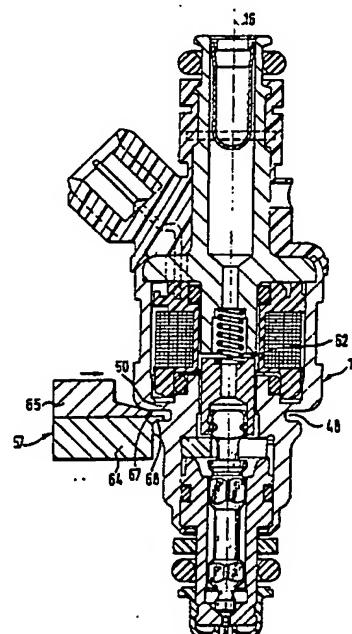
⑯ Erfinder:  
Schoeffel, Eberhard, Dipl.-Phys. Dr., 96049 Bamberg,  
DE; Seidel, Josef, 96149 Breitengüßbach, DE

DE 44 31 128 A 1

⑯ Verfahren zur Einstellung eines Ventils und Ventil

⑯ Bei bekannten Verfahren zum Einstellen eines Brennstoffeinspritzventils erfolgt das Einstellen mit Einstellelementen, wie Einstellbolzen, Einstellschrauben, Einstellrohren und Einstellhülsen, im Inneren des Ventils mit Einstellwerkzeugen. Dabei sind jeweils hohe Anforderungen an die Qualität der Einstellelemente sowie an eine definierte Handhabung der Einstellwerkzeuge zur Vermeldung von Verformungen und Verschmutzungen gestellt.

Bei dem neuen Verfahren zur Einstellung der dynamischen Mediumströmungsmenge eines Ventils findet eine Verformung des Ventilgehäuses (1) durch den Eingriff eines Verformungswerkzeugs (57) am äußeren Umfang des Ventilgehäuses (1) statt. Dabei verändert sich die Größe des Restluftspaltes (62) zwischen Kern (7) und Anker (8) und somit die Magnetkraft, so daß die Mediumströmungsmenge beeinflußbar und einstellbar ist. Die Einstellung kann sowohl bei nasser als auch trockenem Ventil erfolgen. Die Verfahren zur Einstellung eines Ventils eignen sich besonders für elektromagnetisch betätigbare Brennstofteinspritzventile von gemischverdichtenden fremdgezündeten Brennkraftmaschinen.



## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Einstellung der dynamischen, während des Öffnungs- und des Schließvorgangs abgegebenen Mediumströmungsmenge eines elektromagnetisch betätigbaren Ventils nach dem Oberbegriff eines der Ansprüche 1 bis 3 bzw. einem elektromagnetisch betätigbaren Ventil nach dem Oberbegriff des Anspruchs 11.

Bei bekannten Ventilen wird die dynamische, während des Öffnungs- und des Schließvorgangs abgegebene Mediumströmungsmenge durch die Größe der Federkraft einer auf den Ventilschließkörper wirkenden Rückstellfeder eingestellt.

Das aus der DE-OS 37 27 342 bekannte Ventil weist einen in einer Längsbohrung des Innenpols verschiebbar angeordneten Einstellbolzen auf, an dessen einer Stirnseite das eine Ende der Rückstellfeder anliegt. Die Einpreßtiefe des Einstellbolzens in die Längsbohrung des Innenpols bestimmt die Größe der Federkraft der Rückstellfeder. Aus der DE-OS 29 42 853 ist ein Ventil bekannt, bei dem die Federkraft der Rückstellfeder durch die Einschraubtiefe einer in die Längsbohrung des Innenpols einschraubbaren Einstellschraube eingestellt wird, an deren einer Stirnseite das eine Ende der Rückstellfeder anliegt. Die Einstellung der dynamischen Mediumströmungsmenge durch die Einstellung der auf den Ventilschließkörper wirkenden Federkraft der Rückstellfeder hat aber den Nachteil, daß an dem fertigmontierten Ventil eine Zugriffsmöglichkeit auf die Rückstellfeder in Form eines leicht zugänglichen Einstellelements vorzusehen ist, an dem zusätzlich abgedichtet werden muß.

Aus der EP-PS 0 301 381 ist bereits ein Verfahren zum Einstellen der Brennstofffeinspritzmenge eines Brennstofffeinspritzventils bekannt, bei dem ein Einstellrohr in eine Längsbohrung eines rohrförmigen Anschlußstutzens bis zu einer vorbestimmten Länge eingeführt wird, das Einstellrohr in dem Anschlußstutzen durch Preßpassen oder Verstemmen vorübergehend fixiert wird, das Einstellrohr abschließend während der Überprüfung der aktuellen Brennstofffeinspritzmenge eingestellt und in der Längsbohrung des Anschlußstutzens durch Verstemmen eines äußeren Umfangsabschnitts des Anschlußstutzens fixiert wird. Dieses bekannte Einstellverfahren hat den Nachteil, daß nach dem abschließenden Einstellen des Einstellrohres als zusätzlicher Arbeitsgang noch das Fixieren des Einstellrohres durch Verstemmen des äußeren Umfangsabschnitts des Anschlußstutzens und damit eine Verformung des Einspritzventils erforderlich ist. Durch die Verstemmung besteht die Gefahr, daß die Lage des Einstellrohres und damit die eingestellte Brennstoffmenge verändert wird.

Um diese Gefahr zu verhindern, wird in der DE-OS 42 11 723 vorgeschlagen, eine unter einer in radialer Richtung wirkenden Vorspannung stehende geschlitzte Einstellhülse zu verwenden, wodurch ein Verstemmen eines äußeren Umfangsabschnitts des Anschlußstutzens zum abschließenden Fixieren dieser Einstellhülse in dem Anschlußstutzen nicht erforderlich ist. Die Einstellhülse nimmt ihre definierte Position also ohne eine Deformierung im Inneren des Ventils ein, und die letztlich eingestellte Mediumströmungsmenge unterliegt keinen nachträglichen Veränderungen.

Diesen bereits bekannten Einspritzventilen ist gemeinsam, daß durch die Einstellung unterschiedlich ausgebildeter Einstellelemente, wie Einstellbolzen, Einstellschrauben, Einstellrohre oder Einstellhülsen, Eingriffe mit Einstellwerkzeugen im Inneren des Einspritzventils notwendig sind. Dabei sind jeweils hohe Anforderungen an die Qualität der Einstellelemente sowie an eine definierte Handhabung der Einstellwerkzeuge zur Vermeidung von Verformungen im Einspritzventil gestellt. Außerdem besteht beim Eintauchen eines Einstellwerkzeugs in das Innere des Einspritzventils immer eine Verschmutzungsgefahr. Hinzu kommt noch die Gefahr der Spanbildung beim Bewegen des Einstellelements im Inneren des Einspritzventils, die sich besonders nachteilig im Betrieb des Einspritzventils auswirken kann.

In der deutschen Anmeldung DE-P 43 10 819.9 wird außerdem bereits vorgeschlagen, eine Einstellung der dynamischen Mediumströmungsmenge durch das Ändern der Verhältnisse des Magnetkreises im Einspritzventil vorzunehmen. Das Einstellen erfolgt dabei nicht mehr im Inneren des Ventils, sondern durch das axiale Verschieben von wenigstens einem die Magnetspule teilweise überdeckenden Leitelement. Das Festhalten des Ventils und auch der Einstellvorgang selbst müssen jedoch am nicht vollständig montierten Ventil vorgenommen werden. Erst nach der Einstellung kann z. B. die Kunststoffumspritzung angebracht werden, was den Nachteil hat, daß ein nachträgliches unerwünschtes Verrutschen nicht vollständig auszuschließen ist.

## Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäßen Verfahren zur Einstellung der dynamischen, während des Öffnungs- und des Schließvorgangs abgegebenen Mediumströmungsmenge eines elektromagnetisch betätigbaren Ventil mit den kennzeichnenden Merkmalen jedes einzelnen der Ansprüche 1 bis 3 bzw. das elektromagnetisch betätigbare Ventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 11 haben den Vorteil, daß auf einfache Art und Weise die dynamische Mediumströmungsmenge außerhalb des Mediumströmungsweges einstellbar ist und kein Einstellelement im Inneren des Einspritzventils erforderlich ist und damit Einstellwerkzeuge nicht in das Einspritzventil eintauchen. Somit wird eine aufwendige Einstellung innerhalb des Einspritzventils vermieden und jegliche Gefahr von Verformungen durch ein Verstemmen oder ein anderweitiges Fixieren eines Einstellelements im Einspritzventil genommen sowie das Verschmutzungsrisiko deutlich herabgesetzt. Die Einstellung erfolgt in besonders vorteilhafter Weise an dem fertigmontierten Ventil.

Bei den erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt im Gegensatz zum Stand der Technik die Einstellung der dynamischen Mediumströmungsmenge am Umfang des Ventils durch eine minimale axiale Verformung des Ventilgehäuses. Die Verformung des Ventilgehäuses durch den Eingriff eines Verformungswerkzeugs hat zur Folge, daß die Größe eines sich im Inneren des Ventils zwischen einem Kern und einem Anker ergebenden Restluftspalts verändert wird. Die Veränderung des Restluftspalts, die eine Veränderung der Geometrie des magnetischen Kreises darstellt, verursacht zwangsläufig auch eine Veränderung des magnetischen Flusses im magnetischen Kreis und damit auch der Magnetkraft. Somit ist die dynamische abgegebene Mediumströmungsmenge von außen beeinflußbar und einstellbar.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten

Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der in den Ansprüchen 1 bis 3 angegebenen Verfahren zur Einstellung der dynamischen Mediumströmungsmenge eines Ventils bzw. des Ventils nach Anspruch 11 möglich.

Besonders vorteilhaft ist es, das Verformungswerkzeug zum Verformen des Ventilgehäuses mehrteilig auszubilden. Ein Werkzeugteil sollte dabei in einen radial vom äußeren Umfang des Ventilgehäuses in Richtung zur Ventillängsachse hin verlaufenden Einstich eingreifen und von dort eine axiale Kraftwirkung auf das Ventilgehäuse ausüben. Die Herstellung des Einstichs im Ventilgehäuse ist besonders leicht möglich.

### Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 ein zur Ausführung der erfindungsgemäßen Verfahren erfindungsgemäß ausgebildetes Brennstoffeinspritzventil, Fig. 2 ein Ventil mit einem ersten Beispiel eines Verformungswerkzeugs, Fig. 3 ein Ventil mit einem zweiten Beispiel eines Verformungswerkzeugs und Fig. 4 ein Ventil mit einem dritten Beispiel eines Verformungswerkzeugs.

### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In der Fig. 1 ist beispielsweise ein elektromagnetisch betätigbares Ventil für Brennstoffeinspritzanlagen von beispielsweise gemischverdichtenden fremdgezündeten Brennkraftmaschinen dargestellt, bei dem die dynamische Brennstoffströmungsmenge durch die erfindungsgemäßen Verfahren einstellbar ist.

Das Ventil in der Form eines Brennstoffeinspritzventils hat ein rohrförmiges, beispielsweise abgestuftes Ventilgehäuse 1 aus einem ferromagnetischen Material, in dem auf einem Spulenkörper 2 eine Magnetspule 3 angeordnet ist. Mit seinem unteren Gehäuseende 4 umschließt das Ventilgehäuse 1 in axialer Richtung teilweise einen Düsenkörper 5. Der Spulenkörper 2 umgibt teilweise einen stufenförmig ausgestalteten, konzentrisch zu einer Ventillängsachse 16 verlaufenden Kern 7, der rohrförmig ausgebildet ist und über den die Brennstoffzufuhr erfolgt. Ein zylindrischer hohler Anker 8 wirkt mit der Magnetspule 3 zusammen und durchträgt einen Magnetlinienleitabsatz 9 des Ventilgehäuses 1 in axialer Richtung. Mit einem der Magnetspule 3 abgewandten Ende 12 umgreift der Anker 8 ein Halteteil 14 einer Ventilnadel 15 und ist mit der Ventilnadel 15 fest verbunden.

Im Düsenkörper 5 ist konzentrisch zu der Ventillängsachse 16 ein gestufter, durchgehender Strömungskanal 19 ausgeführt. An seinem dem Ventilgehäuse 1 abgewandten Ende ist in dem Strömungskanal 19 eine kegelige Ventilsitzfläche 20 ausgebildet. Zwei beispielsweise als Vierkante ausgebildete Führungsabschnitte 21 der Ventilnadel 15 werden durch einen Führungsbereich 22 des Strömungskanals 19 geführt; sie lassen aber auch einen axialen Durchgang für den Brennstoff frei.

An einem der Magnetspule 3 zugewandten Absatz 23 des Ankers 8 liegt eine Druckfeder 24 mit ihrem einen Ende an. Mit ihrem anderen Ende stützt sich die Druckfeder 24 an einem im Kern 7 vorgesehenen Anlageabsatz 25 ab. Die Druckfeder 24 ist bestrebt, den Anker 8 und die mit ihm in Verbindung stehende Ventilnadel 15 in Richtung der Ventilsitzfläche 20 zu bewegen. Der

Anlageabsatz 25 ergibt sich dadurch, daß sich eine konzentrische, abgestufte Durchgangsbohrung 27 des Kerns 7 stromabwärts verjüngt und dabei einen Durchmesser besitzt, der kleiner ist als der Öffnungsdurchmesser der Durchgangsbohrung 27 in dem Bereich, in dem die Druckfeder 24 angeordnet ist.

Die Ventilnadel 15 durchdringt mit radialem Abstand eine Durchgangsöffnung 28 in einer Anschlagplatte 30, die zwischen einer dem Anker 8 zugewandten Stirnseite 31 des Düsenkörpers 5 und einer der Stirnseite 31 gegenüberliegenden Innenschulter 32 des Ventilgehäuses 1 eingeklemmt ist. Die Anschlagplatte 30 dient zur Begrenzung der Bewegung der in dem Strömungskanal 19 des Düsenkörpers 5 angeordneten Ventilnadel 15. Hierfür ist an der Ventilnadel 15 ein Anschlagkopf 34 vorgesehen, der bei von der Ventilsitzfläche 20 abgehobener Ventilnadel 15 an der Anschlagplatte 30 anliegt.

Dem Halteteil 14 abgewandt weist die Ventilnadel 15 einen als Ventilschließteil dienenden kegigen Abschnitt 33 auf, der mit der kegigen Ventilsitzfläche 20 des Düsenkörpers 5 zusammenwirkt und das Öffnen bzw. Schließen des Einspritzventils bewirkt. An den kegigen Abschnitt 33 schließt sich in Strömungsrichtung ein Zapfen 36 der Ventilnadel 15 an, der aus einer Einspritzöffnung 37 des Düsenkörpers 5 herausragt.

Zumindest teilweise sind in axialer Richtung der Kern 7 und das Ventilgehäuse 1 durch eine Kunststoffummantelung 43 umschlossen. Ein elektrischer Anschlußstekker 45, über den die elektrische Kontaktierung der Magnetspule 3 und damit deren Erregung erfolgt, ist beispielweise zusammen mit der Kunststoffummantelung 43 ausgeformt.

Im axialen Erstreckungsbereich der Magnetspule 3 ist am äußeren Umfang des Ventilgehäuses 1 eine umlaufende Ringnut 47 vorgesehen, die ein einfaches Handling des Ventils bei dessen Einbau beispielsweise am Ansaugrohr einer Brennkraftmaschine erlaubt. Außerdem dient diese Ringnut 47 zum Halten des Ventils mit einem Werkzeug beim Bördeln des Ventilgehäuses 1 an dem Kern 7 und beim Anbringen der Kunststoffummantelung 43. Zwischen dem Spulenkörper 2 mit der Magnetspule 3 und der Anschlagplatte 30 ist im Ventilgehäuse 1 ebenfalls vom äußeren Umfang ausgehend ein erfindungsgemäßer umlaufender Einstich 48 eingearbeitet, der zum Anker 8 hin gerichtet ist. Durch den Einstich 48 entsteht in gewisser Weise ein Bodenbereich 50 des Ventilgehäuses 1, der unmittelbar unterhalb des Spulenkörpers 2 liegt und also den Spulenraum nach unten abschließt.

An die Fertigmontage des Ventils schließt sich der Einlauf- bzw. Einstellvorgang an, bei dem das Ventil zu vorbestimmten Zeitperioden durch Erregen der Magnetspule 3 betätigt und ein Prüfmedium durch die Einspritzöffnung 37 des Düsenkörpers 5 abgegeben wird. Bei dem Einlaufen des Ventils wird die von dem Ventil während des Öffnungs- und des Schließvorganges abgegebene dynamische Mediumistmenge mittels einer Leitung 53 und einem Meßgefäß 54 gemessen und mit einer Mediumsollmenge verglichen. Stimmen die gemessene Mediumistmenge und die vorgegebene Mediumsollmenge nicht überein, so werden die erfindungsgemäßen Verfahren zur Einstellung der dynamischen Mediumströmungsmenge angewendet.

Die Einstellung der dynamischen Mediumströmungsmenge erfolgt nun außerhalb des Mediumströmungsweges ohne Einstellelement im Inneren des Ventils durch Verformung des zwischen dem Spulenkörper 2 und der Anschlagplatte 30 befindlichen Materials des Ventilge-

häuses 1 um den Einstich 48 herum unterhalb des Spulenkörpers 2. Damit ist die Gefahr einer Verschmutzung im Inneren des Ventils entscheidend herabgesetzt. Eine derartige Verformung durch den Eingriff eines Verformungswerkzeugs 57 (Fig. 2, 3) in den Einstich 48 hat zur Folge, daß die Größe eines sich im Inneren des Ventils zwischen einer stromabwärtigen Stirnfläche 60 des Kerns 7 und einer stromaufwärtigen Stirnfläche 61 des Ankers 8 ergebenden Restluftspaltes 62 verändert wird. Die Veränderung des Restluftspaltes 62, die eine Veränderung der Geometrie des magnetischen Kreises darstellt, verursacht zwangsläufig auch eine Veränderung des magnetischen Flusses im magnetischen Kreis und damit auch der Magnetkraft. Die Änderung des Restluftspaltes 62 ergibt sich durch die axiale Verformung des Ventilgehäuses 1, durch die als Resultat die Anschlagplatte 30 und/oder der Kern 7 in ihrer axialen Lage minimal verändert werden. Da die Größe der Magnetkraft in unmittelbarer Beziehung zur dynamischen Mediumströmungsmenge des Ventils steht, läßt sich also durch eine axiale Verformung des Ventilgehäuses 1 über die Veränderung des Restluftspaltes 62 die dynamische Mediumströmungsmenge beeinflussen.

Der Restluftspalt 62 zwischen Kern 7 und Anker 8 beträgt bei geöffnetem Ventil, also bei an der Anschlagplatte 30 anliegender und von der Ventilsitzfläche 20 vollständig abgehobener Ventilnadel 15 mit ihrem als Ventilschließteil dienenden Abschnitt 33 typischerweise 0,06 bis 0,09 mm. Der Hub der Ventilnadel 15 zwischen den zwei Endstellungen liegt üblicherweise bei 0,06 bis 0,07 mm. Dabei ist die eine Endstellung der Ventilnadel 15 bei nicht erregter Magnetspule 3 durch die Anlage des keglichen Abschnitts 33 an der Ventilsitzfläche 20 festgelegt, während sich die andere Endstellung der Ventilnadel 15 bei erregter Magnetspule 3 durch die Anlage der Ventilnadel 15 an der Anschlagplatte 30 ergibt. Berücksichtigt man eine notwendige Variation der dynamischen Mediumströmungsmenge von  $+/- 10\%$ , ergibt sich ein Bereich von 0,04 bis 0,17 mm für die mögliche axiale Erstreckung des Restluftspaltes 62.

Mit den in den Fig. 2 bis 4 schematisch dargestellten Verformungswerkzeugen 57, die am äußeren Umfang des Ventils an verschiedenen Positionen angreifen können, erfolgt eine äußere Kraftwirkung auf das Ventil. In den Fig. 2 bis 4 sind die Verformungswerkzeuge 57 schematisch nur auf einer Seite des Ventils dargestellt; sie umgreifen aber in der Realität jeweils in einer senkrecht zur Ventillängsachse 16 verlaufenden Ebene das Ventil vollständig oder aber punktuell. Die Verformungswerkzeuge 57 werden radial dem Ventil zugeführt und greifen beispielsweise in die Ringnut 47 und in den Einstich 48 ein und erzielen eine Kraftwirkung in axialer Richtung. Durch diese äußere mechanische Kraft wird das Ventilgehäuse 1 plastisch kaltverformt, so daß sich die Gesamtlänge des Ventils bleibend ändert. Diese Längenänderung des Ventils bewirkt die bereits erläuterte Veränderung des Restluftspaltes 62 zwischen Kern 7 und Anker 8 und die damit verbundene Veränderung der dynamischen Mediumströmungsmenge. Die minimale Verformung der Spulenkammer, in der der Spulenkörper 2 mit der Magnetspule 3 angeordnet ist, ist insofern unkritisch, da die zur Abdichtung zwischen dem Spulenkörper 2 und dem Kern 7 bzw. dem Ventilgehäuse 1 vorgesehenen Dichtringe diese Veränderung kompensieren.

Die mechanische Verformung des Ventilgehäuses 1, speziell in der Nähe des Einstichs 48 bzw. des Bodenbereichs 50 kann auf unterschiedliche Art und Weise erfol-

gen. Dies ist davon abhängig, ob nach dem Vergleich von Mediumistmenge und Mediumsollmenge eine Vergrößerung oder eine Verringerung der dynamischen Mediumströmungsmenge erwünscht ist. Eine gewünschte Verringerung der dynamischen Mediumströmungsmenge bedeutet beispielsweise, daß der Restluftspalt 62 vergrößert werden muß, um die Magnetkraft zu reduzieren. Umgekehrt erfordert eine gewünschte Vergrößerung der dynamischen Mediumströmungsmenge eine Verkleinerung des Restluftspaltes 62. Entsprechend dieser Forderungen sind die Verformungswerkzeuge 57 auszuwählen bzw. zu kombinieren und am Ventil anzusetzen.

In der Fig. 2 ist ein Ventil mit einem Verformungswerkzeug 57 gezeigt, das in den Einstich 48 eingreift und besonders zur Verringerung der dynamischen Mediumströmungsmenge (Vergrößerung des Restluftspaltes 62) geeignet ist. Mit einem in der Form von zwei Halbschalen (nur eine ist in der Fig. 2 dargestellt) ausgebildeten Werkzeugunterteil 64 wird beispielsweise das Ventil durch deren Eingriff im Einstich 48 gehalten. Auf diesem Werkzeugunterteil 64 ist ein mit einem Pfeil angedeutetes radial bewegliches, keilförmiges Werkzeugoberteil 65 angeordnet, das ebenfalls mit seiner Keilspitze 67 in den Einstich 48 eingeschoben wird. Der Einstich 48 besitzt eine solche axiale Ausdehnung, daß das Werkzeugunterteil 64 mit einem zur Ventillängsachse 16 hin gerichteten Vorsprung 68 und das Werkzeugoberteil 65 mit seiner ebenfalls zur Ventillängsachse 16 gerichteten unmittelbaren Keilspitze 67 in dem Einstich 48 eingreifen können, ohne daß eine Verformung des Ventilgehäuses 1 erfolgt. Durch ein radiales Hineinbewegen des Werkzeugoberteils 65 in den Einstich 48 wird aber nachfolgend aufgrund der Keilform des Werkzeugoberteils 65 besonders die obere Begrenzung des Einstichs 48 axial verdrückt, so daß es zu einer Verformung des Bodenbereichs 50 kommt. Die Folge dieses Vorganges ist eine Vergrößerung des Restluftspaltes 62 im Inneren des Ventils. Eine Überprüfung der sich aus der Verformung ergebenden veränderten dynamischen Mediumströmungsmenge kann unmittelbar während des Verformungsprozesses oder auch nachfolgend erfolgen. Die möglichen Meßmethoden werden später noch näher erläutert.

Das in der Fig. 3 dargestellte Ventil mit einem Verformungswerkzeug 57 zeichnet sich dadurch aus, daß an zwei verschiedenen Positionen mit axialem Abstand zueinander am Umfang des Ventils der Werkzeugeingriff erfolgt. Das Werkzeugoberteil 65 übernimmt bei diesem Ausführungsbeispiel eine Haltefunktion, indem es in der am äußeren Umfang des Ventilgehäuses 1 vorgesehenen umlaufenden Ringnut 47 eingreift. Mit dem Werkzeugunterteil 64 wird gleichzeitig entsprechend der Pfeilrichtung eine axial wirkende Kraft vom Einstich 48 aus auf das Ventilgehäuse 1 ausgeübt. Dazu ragt das Werkzeugunterteil 64 wieder mit einem Vorsprung 68 in den Einstich 48. Allerdings wird nun die untere Begrenzung des Einstichs 48 axial verdrückt. Auch bei diesem Beispiel der Werkzeuganordnung wird eine Vergrößerung des Restluftspaltes 62 erreicht, die eine Verringerung der dynamischen Mediumströmungsmenge zur Folge hat.

In dem in der Fig. 4 gezeigten Ausführungsbeispiel ist wiederum ein Werkzeugoberteil 65 vorgesehen, das in die Ringnut 47 eingreift und besonders an einer unteren, der Ventilsitzfläche 20 zugewandten Nutseitenfläche 70 anliegt. Das Werkzeugoberteil 65 dient dabei besonders dem Festhalten des Ventils beim Verformen des Ventil-

gehäuses 1 mit dem Werkzeugunterteil 64, womit eine Gegenkraft gegen die axial in Richtung zum Werkzeugoberteil 65 wirkende Kraft des Werkzeugunterteils 64 aufgebracht wird. Schematisch ist in der Fig. 4 dargestellt, wie das Werkzeugunterteil 64 an der äußeren Kontur des Ventilgehäuses 1 unterhalb des Einstiches 48 angreifen kann. Zum Kraftansatz des Werkzeugunterteils 64 am gestuften Ventilgehäuse 1 eignen sich besonders Bereiche an der äußeren Kontur des Ventilgehäuses 1, die eine radiale Komponente aufweisen, also zumindest teilweise Absätze bzw. Stufen in der Kontur darstellen. Zwischen seinem unteren, der Ventilsitzfläche 20 zugewandten Ende 71 und dem Einstich 48 weist das Ventilgehäuse 1 beispielsweise zwei solcher Bereiche 73 auf, die in gewisser Weise eine Stufe in der äußeren Kontur bilden und somit dem Kraftansatz einer axial zum Werkzeugoberteil 65 hin wirkenden Kraft dienen. Die Pfeilrichtung am Werkzeugunterteil 64 verdeutlicht die Richtung der Kraftwirkung. Mit dieser Ausbildung des Verformungswerkzeugs 57 läßt sich die Gesamtlänge des Ventils verringern, so daß auch der Restluftspalt 62 in seiner axialen Ausdehnung verkleinert wird und als Konsequenz eine Vergrößerung der dynamischen Mediumströmungsmenge auftritt.

Durch eine Kombination der beschriebenen Werkzeuganordnungen lassen sich an ein und demselben Ventil sowohl Vergrößerungen als auch Verringerungen der dynamischen Mediumströmungsmenge erzielen.

In der Fig. 1 sind verschiedene Meßmethoden zur Überprüfung der erzielten Veränderung des Restluftspaltes 62 bzw. der sich daraus ergebenden veränderten meßbaren Größen des Ventils, wie Mediumströmungsmenge, Anzugs- und Abfallzeit des Ankers 8, Magnetkreis-Induktivität, pneumatischer Durchfluß schematisch angedeutet. Bei einem ersten Verfahren erfolgt der Einstellvorgang mit einem durch das Ventil strömenden Medium. Beispielsweise mit dem Meßgefäß 54 wird die während des Öffnungs- und des Schließvorgangs abgegebene dynamische Mediumistmenge gemessen und mit einer Mediumsollmenge verglichen. Stimmen die gemessene Mediumistmenge und die vorgegebene Mediumsollmenge nicht überein, so kommt eines der in den Fig. 2 bis 4 dargestellten Verformungswerkzeuge 57 bzw. ein ähnliches nicht dargestelltes Werkzeug an der äußeren Kontur des Ventilgehäuses 1 zum Einsatz. Die Verformung des Ventilgehäuses 1 erfolgt so lange, bis die gemessene Mediumistmenge mit der vorgegebenen Mediumsollmenge übereinstimmt. Dabei kann die Messung der dynamischen Mediumströmungsmenge sowohl während des unmittelbaren Verformungsprozesses als auch alternierend, also abwechselnd nach jeweils einer Verformungsphase erfolgen. Wie schon erwähnt ist es möglich, diese beiden Meßmethoden in der Kombination mit den verschiedenen Verformungsprozessen anzuwenden.

Andere Meßmethoden sind bei trockenem Ventil möglich. Das wie auch bei den Meßmethoden mit einem durch das Ventil strömenden Medium kontaktierte und an ein elektronisches Steuergerät 75 angeschlossene 60 Ventil erhält auf die Magnetspule 3 Stromimpulse. Im elektromagnetischen Kreis wird um die Magnetspule 3 ein Magnetfeld aufgebaut, so daß es zu einem Magnetfluß im elektromagnetischen Kreis kommt. Bekanntlich führt eine Veränderung des Restluftspaltes 62 zu einer 65 Veränderung des Magnetflusses, da sich der magnetische Widerstand im Magnetkreis ändert. Aufgrund dessen nimmt die Magnetkraft unterschiedlich große

Werte an, und die Anzugs- und Abfallzeit des Ankers 8 verändert sich, so daß die Öffnungs- und Schließdauer des Abschnitts 33 an der Ventilsitzfläche 20 beeinflußt ist.

5 Dieser Einstellvorgang erfolgt also trocken, d. h. durch das Einspritzventil strömt kein Medium. Die Anzugs- und Abfallzeiten des Ankers 8 sind die entscheidenden Parameter zur Einstellung der dynamischen Mediumströmungsmenge. Bevor eine exakte Einstellung erfolgen kann, muß zuvor eine Korrelation zwischen Anzugs- und Abfallzeiten und den Mediumströmungsmengen vorgenommen werden. Erst dadurch können die beim Einstellvorgang gemessenen Anzugs- und Abfallzeiten in vergleichbare Werte für die Mediumströmungsmengen übertragen werden. Die Verformung des Ventilgehäuses 1 erfolgt wiederum so lange, bis der magnetische Fluß infolge der Änderung des magnetischen Widerstandes im Magnetkreis einen solchen Wert erreicht, daß die beispielsweise mit einem Taster 20 76 gemessene Anzugs- und Abfallzeit des Ankers 8 die vorgegebenen, mit den abzugebenden Mediumströmungsmengen in Verbindung stehenden Werte annimmt. Diese Zeitmessungen erfolgen beispielsweise direkt während des Verformungsprozesses.

25 Weitere meßbare Größen bei trockenem Ventil sind z. B. die Magnetkreis-Induktivität und der Anzugsstrom. Auch hier muß eine Korrelation zu den Mediumströmungsmengen vorgenommen werden, um die Mediumsollmenge exakt zu erreichen. Die Messung der 30 Magnetkreis-Induktivität erfolgt dabei über eine nur angedeutete Meßbrücke 77, beispielsweise über eine bekannte sogenannte Owen-Brücke. Die Meßbrücke 77 wird dazu mit den Enden der Magnetspule 3, die sich als Kontaktstifte des elektrischen Anschlußsteckers 45 35 fortsetzen, in Verbindung gebracht. Schließlich wird die Messung der Magnetkreis-Induktivität z. B. bei fließendem Anzugsstrom durchgeführt.

40 Eine weitere Möglichkeit der Einstellung der dynamischen Mediumströmungsmenge bei trockenem Ventil stellt eine Einstellung durch Messung des pneumatischen Durchflusses dar. Wesentlich für den dynamischen Durchfluß ist ganz generell das Verhältnis von effektiver Öffnungszeit zu der Impulsperiode. Und eben dieses Verhältnis kann auch pneumatisch bestimmt werden. Die Luft muß dabei geölt sein, damit keine Schädigung an den Führungsabschnitten 21 der Ventilnadel 15 oder an der Ventilsitzfläche 20 durch Reibung entstehen kann. Die Einstellung der dynamischen Mediumströmungsmenge muß wieder über eine Korrelation zu dem 45 pneumatischen Durchfluß erfolgen.

45 Denkbar ist auch ein Ablauf, bei dem die Mediumistmenge erst gemessen und die notwendige Verformung des Ventilgehäuses 1 daraus berechnet wird. Nach der Verformung kann dann noch eine Überprüfung der Mediumströmungsmenge erfolgen. Alle beschriebenen Meßmethoden sind mit den unterschiedlichen Verformungsmöglichkeiten kombinierbar.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Einstellung der dynamischen, von einem elektromagnetisch betätigten Ventil, insbesondere einem Brennstoffeinspritzventil, während des Öffnungs- und des Schließvorgangs abgegebenen Mediumströmungsmenge, mit einem Ventilgehäuse, einem wenigstens teilweise von einer Magnetspule umgebenen, sich entlang einer Ventilachsachse erstreckenden Kern, einem in dem Ven-

tilgehäuse verschiebbaren Anker und einem durch den Anker entgegen der Kraft einer Rückstellfeder betätigbarer Ventilschließteil, das mit einer festen Ventilsitzfläche zusammenwirkt, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst Stromimpulse auf die Magnetspule (3) gegeben werden, wodurch ein Magnetfeld aufgebaut wird, anschließend die während des Öffnungs- und des Schließvorganges abgegebene dynamische Mediumsmenge gemessen und mit einer vorgegebenen Mediumsmenge verglichen wird, danach eine Verformung des Ventilgehäuses (1) zur Veränderung der Größe eines zwischen dem Kern (7) und dem Anker (8) gebildeten Restluftpaltes (62) zumindest teilweise in axialer Richtung mittels an der äußeren Kontur des Ventilgehäuses (1) angreifenden Verformungswerkzeugen (57) so lange erfolgt, bis die gemessene Mediumsmenge mit der vorgegebenen Mediumsmenge übereinstimmt.

2. Verfahren zur Einstellung der dynamischen, von einem elektromagnetisch betätigbarer Ventil, insbesondere einem Brennstoffeinspritzventil, während des Öffnungs- und des Schließvorgangs abgegebenen Mediumströmmungsgröße, mit einem Ventilgehäuse, einem wenigstens teilweise von einer Magnetspule umgebenen, sich entlang einer Ventillängsachse erstreckenden Kern, einem in dem Ventilgehäuse verschiebbaren Anker und einem durch den Anker entgegen der Kraft einer Rückstellfeder betätigbarer Ventilschließteil, das mit einer festen Ventilsitzfläche zusammenwirkt, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst Stromimpulse auf die Magnetspule (3) gegeben werden, wodurch ein Magnetfeld aufgebaut und der Anker (8) angezogen wird, anschließend die Anzugs- und Abfallzeit (76) des Ankers (8) gemessen wird, danach die gemessene Anzugs- und Abfallzeit des Ankers (8) mit einer vorgegebenen Anzugs- und Abfallzeit verglichen wird, nachfolgend eine Verformung des Ventilgehäuses (1) zur Veränderung der Größe eines zwischen dem Kern (7) und dem Anker (8) gebildeten Restluftpaltes (62) zumindest teilweise in axialer Richtung mittels an der äußeren Kontur des Ventilgehäuses (1) angreifenden Verformungswerkzeugen (57) so lange erfolgt, bis die gemessene Anzugs- und Abfallzeit des Ankers (8) die vorgegebenen Werte annimmt.

3. Verfahren zur Einstellung der dynamischen, von einem elektromagnetisch betätigbarer Ventil, insbesondere einem Brennstoffeinspritzventil, während des Öffnungs- und des Schließvorgangs abgegebenen Mediumströmmungsgröße, mit einem Ventilgehäuse, einem wenigstens teilweise von einer Magnetspule umgebenen, sich entlang einer Ventillängsachse erstreckenden Kern, einem in dem Ventilgehäuse verschiebbaren Anker und einem durch den Anker entgegen der Kraft einer Rückstellfeder betätigbarer Ventilschließteil, das mit einer festen Ventilsitzfläche zusammenwirkt, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst Stromimpulse auf die Magnetspule (3) gegeben werden, wodurch ein Magnetfeld aufgebaut wird, anschließend die Magnetkreis-Induktivität gemessen wird, danach die gemessene Magnetkreis-Induktivität mit einer vorgegebenen Magnetkreis-Induktivität verglichen wird, nachfolgend eine Verformung des Ventilgehäuses (1) zur Veränderung der Größe eines zwischen dem Kern (7) und dem Anker (8) gebildeten Restluft-

paltes (62) zumindest teilweise in axialer Richtung mittels an der äußeren Kontur des Ventilgehäuses (1) angreifenden Verformungswerkzeugen (57) so lange erfolgt, bis die gemessene Magnetkreis-Induktivität die vorgegebenen Werte annimmt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Verformungswerkzeug (57) zum Verformen des Ventilgehäuses (1) mehrteilig ausgebildet ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Verformungswerkzeug (57) zumindest mit einem Werkzeugteil in einen radial vom äußeren Umfang des Ventilgehäuses (1) in Richtung zur Ventillängsachse (16) hin verlaufenden Einstich (48) eingreift und von dort eine axiale Kraftwirkung auf das Ventilgehäuse (1) ausübt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Verformungswerkzeug (57) in radialer Richtung in den Einstich (48) hineinbewegt wird, wodurch eine axiale Längenänderung des Ventils erreicht wird.

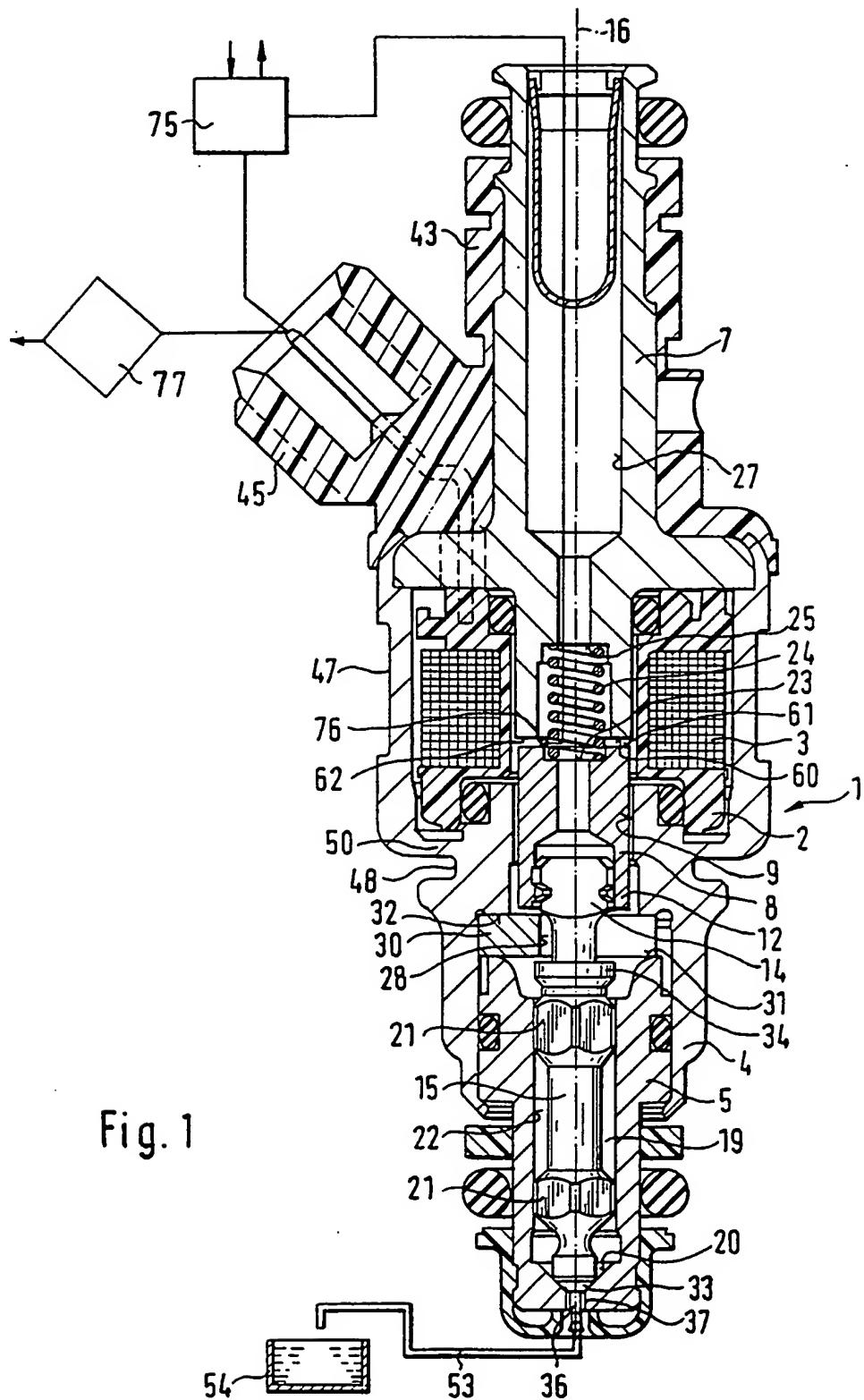
7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Verformungswerkzeug (57) wenigstens mit einem Werkzeugteil (64) durch einen angeformten Vorsprung (68) in den Einstich (48) eingreift und dann das Werkzeugteil (64) axial bewegt wird.

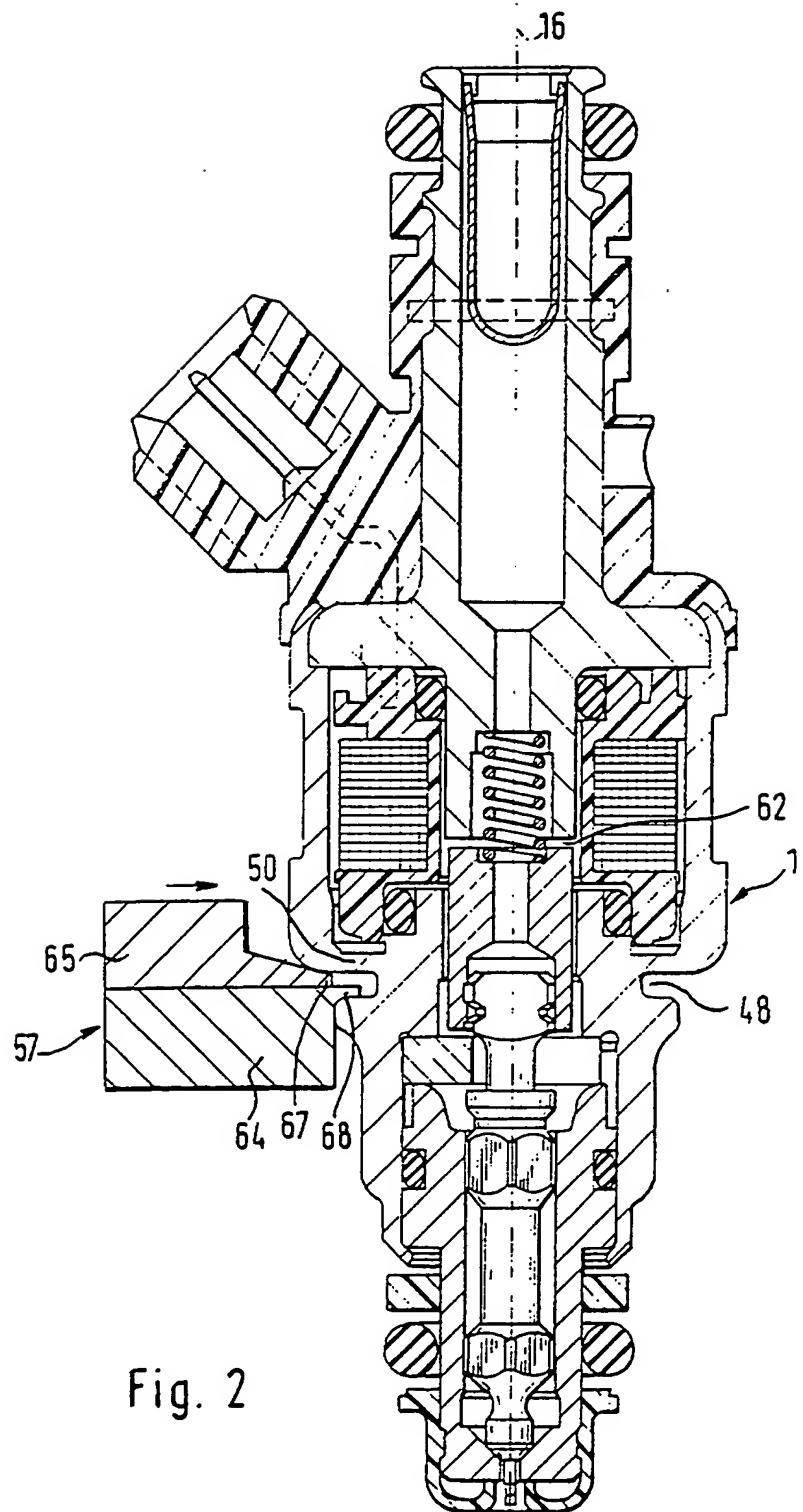
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Verformungswerkzeug (57) an Bereichen (70, 73) der Außenkontur des gestuften Ventilgehäuses (1) angreift, die eine radiale Erstreckungskomponente aufweisen und damit als Kraftansatz für eine axiale Kraftwirkung dienen, und wenigstens ein Werkzeugteil (64) axial bewegt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Messung der jeweiligen Größe während des unmittelbaren Verformungsprozesses durchgeführt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Messung der jeweiligen Größe nach dem Verformungsprozeß bzw. nach einer Verformungsphase durchgeführt wird.

11. Ventil, insbesondere elektromagnetisch betätigbares Brennstoffeinspritzventil, mit einem Ventilgehäuse, einem wenigstens teilweise von einer Magnetspule umgebenen, sich entlang einer Ventillängsachse erstreckenden Kern, einem in dem Ventilgehäuse verschiebbaren Anker und einem durch den Anker entgegen der Kraft einer Rückstellfeder betätigbarer Ventilschließteil, das mit einer festen Ventilsitzfläche zusammenwirkt, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Ventilgehäuse (1) ein radial vom äußeren Umfang in Richtung zur Ventillängsachse (16) hin verlaufender Einstich (48) vorgesehen ist, der in der Nähe einer der Ventilsitzfläche (20) zugewandten Seite der Magnetspule (3) radial so tief eingebracht ist, daß in der Nähe des Einstichs (48) ein verformbarer Bereich (50) des Ventilgehäuses (1) entsteht.





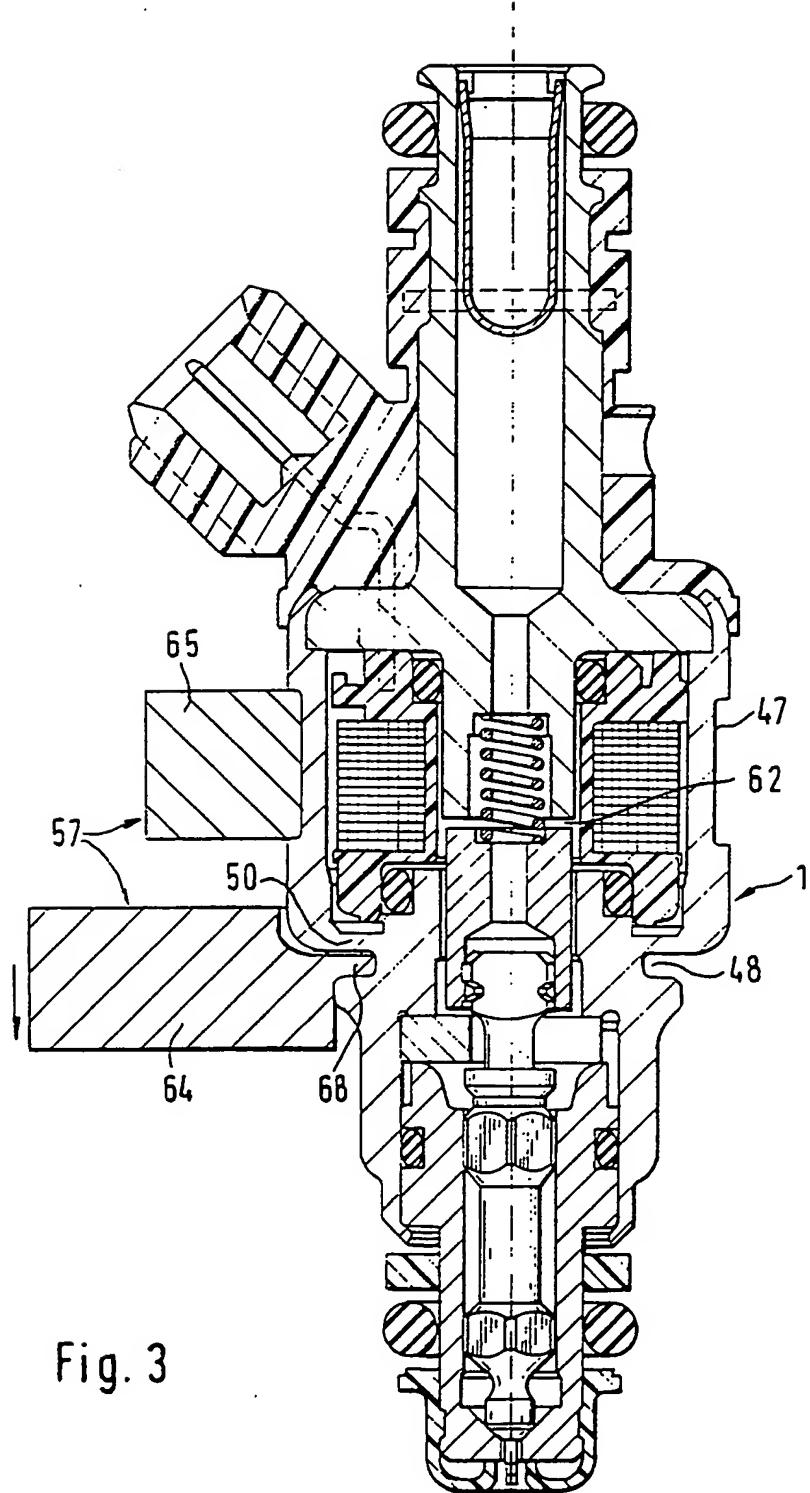


Fig. 3

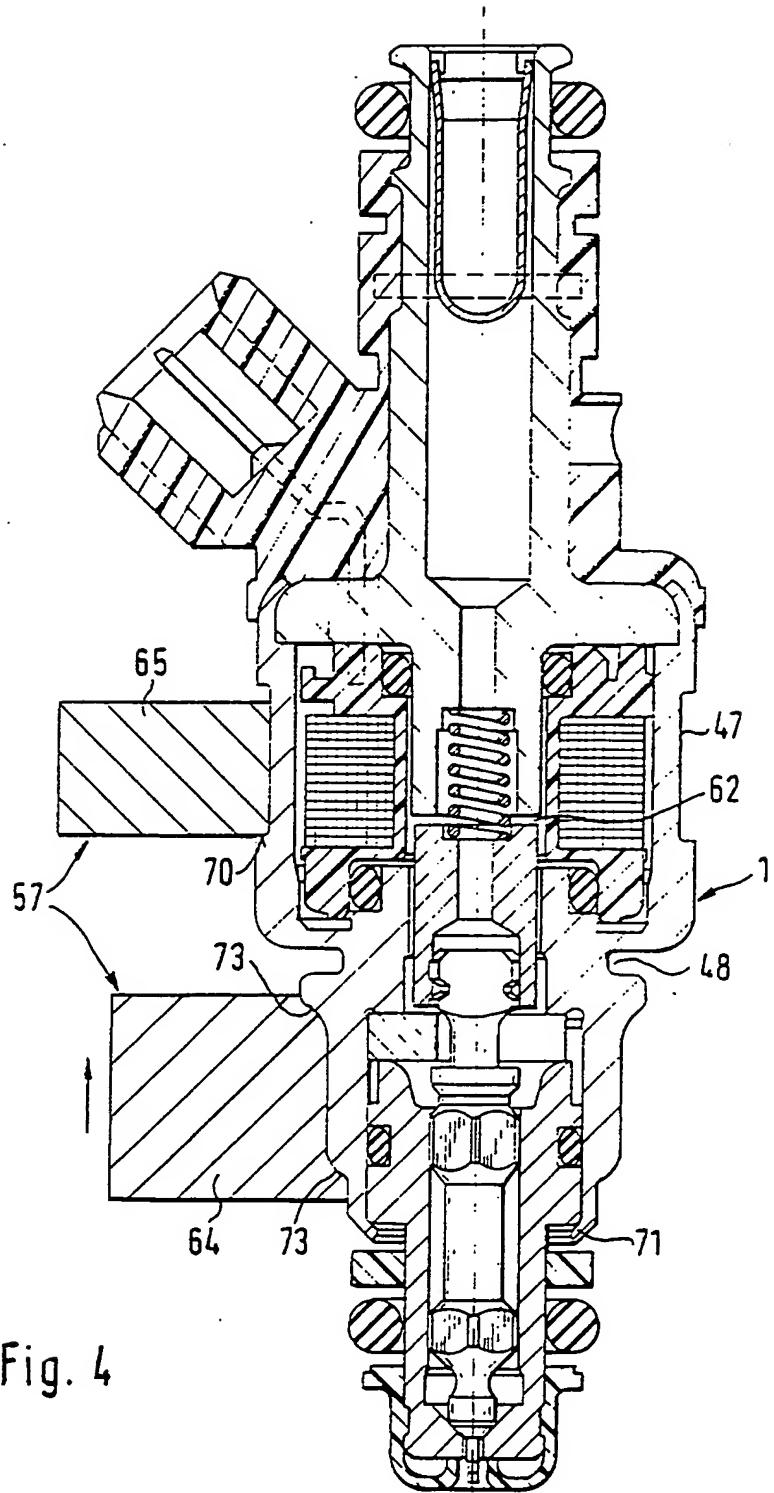


Fig. 4